

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-194118

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 3/28		W		
H 0 2 J 1/12		7429-5G		
H 0 2 M 7/08		9180-5H		
7/217		9180-5H		
7/48	D	9181-5H		

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平5-331022

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 ▲高▼橋 正

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 恩田 謙一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 叶田 玲彦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

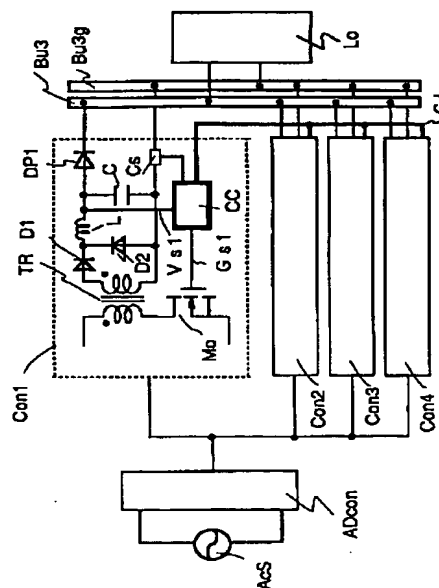
(54) 【発明の名称】 電源システム

## (57) 【要約】

【目的】本発明の主たる目的は、複数のコンバータを並列接続して成る電源システムにおいて、故障したコンバータに影響されずに安定な出力が得られる冗長性及び信頼性の優れた電源システムを提供することにある。

【構成】複数のコンバータの各電流を検出し、それらのなかの最大の電流値に各コンバータの電流を合わせるように各コンバータを制御させる。これにより、並列コンバータの中に故障して出力電流が零になったコンバータが含まれていても、その状態のままで残りのコンバータで負荷電流が均等に分担される。また、複数のコンバータと複数の負荷との間に共通のコモンバスを配置させることにより信頼性の高い冗長運転が可能となる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のコンバータ（電力変換器）の出力を並列接続して負荷に電力を供給するように構成した電源システムにおいて、各コンバータの出力電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段より得られる各コンバータの出力電流の中から最大値の出力電流を検出する最大電流検出手段と、前記各コンバータの出力電流を前記最大値の出力電流に合わせるように各コンバータを制御する手段とを備えたこと特徴とする電源システム。

【請求項2】交流を所定電圧の直流に変換するAC/DCコンバータ、あるいは直流を所定電圧の直流に変換するDC/DCコンバータを複数個有し、これらの出力を並列接続して負荷に電力を供給するように構成した電源システムにおいて、各コンバータの出力電圧を検出してこれが所定値になるように各コンバータの出力電圧を制御する電圧制御手段と、各コンバータの出力電流を検出する電流手段と、前記電流検出手段より得られる各コンバータの出力電流の中から最大値の出力電流を検出する最大電流検出手段と、前記各コンバータの出力電流を前記最大値の出力電流に合わせるように各コンバータを制御する手段とを備えたこと特徴とする電源システム。

【請求項3】請求項2の前記電圧制御手段において、各コンバータ毎に前記検出した出力電流の最大値とコンバータの出力電流とを比較する手段を設け、その差をなくすようにコンバータの電圧を制御させるようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項4】交流電源を第1のコンモンバスに接続し、該コンモンバスより交流入力を得て直流に変換する整流器を複数個配し、該整流器の直流出力を第2のコンモンバスに接続し、該コンモンバスより直流入力を得て所定電圧の直流に変換するDC/DCコンバータを複数個配し、該コンバータの直流出力を第3のコンモンバスに接続し、該コンモンバスを介して複数の負荷に直流電力を供給するようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項5】複数のコンバータからの出力を並列接続して負荷に供給する電源システムにおいて、前記コンバータの許容故障数を $h$ としたとき、並列接続するコンバータの数 $k$ を、 $(2+2h) \leq k \leq (8+2h)$ なる関係を満足するように選ぶようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項6】複数の磁気ディスク装置に直流電力を供給する複数のコンバータを有する電源システムにおいて、前記磁気ディスク装置を複数のグループに分け、第1のグループに電力を供給する第1のコンモンバスから成る第1のクラスターと、前記第1のクラスターが複数個接続された第2のクラスターに共通に電力を供給する第2のコンモンバスを有し、この第2のコンモンバスに複数のコンバータを接続し、階層化したコンモンバスにより電力の授受を行うようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項7】複数の磁気ディスク装置に直流電力を供給

する複数のコンバータを有する電源システムにおいて、前記磁気ディスク装置を複数のグループに分け、第1のグループに電力を供給する第1のコンモンバスから成る第1のクラスターと、前記第1のクラスターが複数個接続された第2のクラスターに共通に電力を供給する第2のコンモンバスを有し、前記第2のコンモンバスと前記第2のクラスターに電力を供給する第3のコンモンバスを有し、このように $x$ 次（ $x$ =整数）の階層化したコンモンバスを設けて最も高次のコンモンバスに複数のコンバータを接続して、電力の授受を行うことを特徴とする電源システム。

【請求項8】請求項6において、前記第1及び第2のコンモンバスのうちグランド側は各1個とし、非グランド側を複数配置して並列接続し、複数の階層化したコンモンバスにより電力の授受を行うことを特徴とする電源システム。

【請求項9】請求項6において、前記第1及び第2のコンモンバスのうち非グランド側にヒューズを設けると共に第1のコンモンバスのヒューズの容量を第2のコンモンバスのヒューズ容量より小さくしたことを特徴とする電源システム。

【請求項10】請求項6において、前記第1及び第2のコンモンバスのうち非グランド側に電力の供給を遮断するスイッチを設けたことを特徴とする電源システム。

【請求項11】請求項6において、前記第1及び第2のコンモンバスのグランド側と非グランド側をコンデンサで接続したことを特徴とする電源システム。

【請求項12】請求項6において、前記第1のコンモンバスと前記磁気ディスク装置とをダイオードを介して接続したことを特徴とする電源システム。

【請求項13】請求項6において、前記第1のコンモンバスには $x$ を整数とすると $8 \times x$ 個の磁気ディスク装置を接続して電力の授受を行うことを特徴とする電源システム。

【請求項14】請求項6において、前記第1のクラスターは $x$ を整数とすると $8 \times x$ 個配置したことを特徴とする電源システム。

【請求項15】請求項6において、前記磁気ディスク装置に記録するデータのビット方向は第1クラスターに第1ビット、第2クラスターに第2ビット、を第 $n$ クラスターに第 $n$ ビットを記録させるようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項16】複数の磁気ディスク装置及び複数の制御回路に直流電力を供給する複数のコンバータを有する電源システムにおいて、前記磁気ディスク装置及び複数の制御回路を複数のグループに分け、第1のグループに電力を供給する第1のコンモンバスから成る第1のクラスターと前記第1のクラスターが複数個接続された第2のクラスターに共通に電力を供給する第2のコンモンバスを有し、この第2のコンモンバスに複数のコンバータを接続

し、階層化したコモンバスにより電力の授受を行うことを特徴とする電源システム。

【請求項17】複数の負荷を有する負荷グループと複数のDC/DCコンバータを有するコンバータグループ、及び複数の整流部と複数の交流電源からなり、前記負荷グループとコンバータグループとの間、及び複数のコンバータと複数の整流部との間、さらに複数の整流部と複数の交流電源の間をそれぞれ少なくとも一つのコモンバスで接続し、電力の授受を行う事の特徴とする電源システム。

【請求項18】複数の交流電源から各々整流器を通して整流し、各整流された出力を各々インダクタンスを介して、スイッチング素子により前記交流電源より高い周波数でスイッチング動作して各交流電源の力率を改善するようにした1個の力率改善回路に入力し、その出力をコモンバスを介して複数のコンバータに電力を供給するようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項19】請求項18において、前記スイッチング素子のオン/オフの比(導通比)を制御して前記力率改善回路内の出力側に設けられる平滑コンデンサの端子電圧がほぼ一定になるようにしたことを特徴とする電源システム。

【請求項20】請求項18において、周波数又は位相の異なる複数の交流電源から各々整流器を通して整流し、その複数出力を各々インダクタンスを介して接続すると共に、前記交流電源より高い周波数でスイッチングするダブルフォワード形のDC/DCコンバータの第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子の導通比を変えることにより、各交流電源の力率を改善するようにした事を特徴とする電源システム。

【請求項21】電気自動車の動輪を駆動する複数のモータを有するモータグループと請求項1のコンバータを複数有するコンバータグループ、及び複数のバッテリー電源から成り、前記モータグループとコンバータグループの間を複数の共通コモンバスで接続すると共に、複数のコンバータと複数の直流電源をそれぞれ少なくとも一つのコモンバスで接続して、電力の授受を行うことを特徴とする電気自動車の電源システム。

【請求項22】計算機システムを構成する複数計算機のグループに電力を供給する請求項2のコンバータを複数有するコンバータグループ、及び複数の整流部と複数の交流電源から成り、前記計算機グループとコンバータグループの間を複数の共通コモンバスで接続すると共に、複数のコンバータと複数の整流部を少なくとも一つのコモンバスで接続して、電力の授受を行うことを特徴とする計算機システムの電源システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は複数の並列コンバータで負荷に電力を供給する電源システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の並列コンバータは、特開平1-270743号公報、特開昭51-27415号公報や特開昭63-140632号公報に記載のような構成が知られている。また、交流側の力率改善としては特開昭62-31371号公報が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術はDC/DCコンバータの並列運転やコンバータの並列運転に冗長性を持たせたものであるが、コンバータが故障した場合の対策が成されておらず、信頼性の検討が成されてなかった。なお、電子通信情報学会 信学技報PE92-47, p23-29(1992/11)「DC/DCコンバータの並列運転制御について」には、並列コンバータの電流バランスや、電流分担の制御は図3(b), (c)に示すように各コンバータの電流を検出し、その平均値に自コンバータの電流を合わせる平均電流制御や、各コンバータを単に並列接続しただけのオーバーフロー方式が一般的であると記載されている。しかし、平均電流制御方式ではあるコンバータが故障した場合はそのコンバータの出力電流が零になるので、全コンバータの平均電流値が低下してしまうので、本来は電流を増加しなければならないところを各コンバータの電流が低下するので、負荷の要求する電流を流すことができなくなる。これを解決するため故障したコンバータを検出してそれをスイッチ等で並列運転から切り放して、残りのコンバータの電流を負荷に合うように分配する装置が必要であった。また、オーバーフロー方式は図示のように各コンバータを並列接続するのみであり、電流バランスは各コンバータの電流リミッターで制限されるのみであり、バランスが悪く、そのため電圧変動も悪かった。

【0004】また、交流入力側の力率改善回路が提案されているが複数の交流電源に対応するような構成はなかった。

【0005】本発明の主たる目的は、複数のコンバータを並列接続して成る電源システムにおいて、故障したコンバータに影響されずに安定な出力が得られる冗長性及び信頼性の優れた電源システムを提供することにある。

【0006】また、本発明の第2の目的は、磁気ディスク装置等の電源システムとして冗長性と信頼性を向上させることにある。

【0007】さらに、本発明の第3の目的は、上記電源システムにおける力率改善回路を単純化してシステムとしての小形化を図ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記主たる目的は、複数のコンバータ(電力変換器)の出力を並列接続して負荷に電力を供給するように構成した電源システムにおいて、各コンバータの出力電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段より得られる各コンバータの出力

電流の中から最大値の出力電流を検出する最大電流検出手段と、前記各コンバータの出力電流を前記最大値の出力電流に合わせるように各コンバータを制御する手段とを備えたことにより達成する。

【0009】また、交流電源を第1のCOMMONバスに接続し、該COMMONバスより交流入力を得て直流に変換する整流器を複数個配し、該整流器の直流出力を第2のCOMMONバスに接続し、該COMMONバスより直流入力を得て所定電圧の直流に変換するDC/DCコンバータを複数個配し、該コンバータの直流出力を第3のCOMMONバスに接続し、該COMMONバスを介して複数の負荷に直流電力を供給するような構成にして達成する。

【0010】また上記第2の目的は、複数の磁気ディスク装置に直流電力を供給する複数のコンバータを有する電源システムにおいて、前記磁気ディスク装置を複数のグループに分け、第1のグループに電力を供給する第1のCOMMONバスから成る第1のクラスターと、前記第1のクラスターが複数個接続された第2のクラスターに共通に電力を供給する第2のCOMMONバスを有し、この第2のCOMMONバスに複数のコンバータを接続し、階層化したCOMMONバスにより電力の授受を行うようにしたことにより達成する。

【0011】さらに上記第3の目的は、複数の交流電源から各々整流器を通して整流し、各整流された出力を各々インダクタンスを介して、スイッチング素子により前記交流電源より高い周波数でスイッチング動作して各交流電源の力率を改善するようにした1個の力率改善回路に入力し、その出力をCOMMONバスを介して複数のコンバータに電力を供給するようにしたことにより達成する。

【0012】

【作用】主たる目的を達成する上記手段によれば、各コンバータの出力電流は並列運転しているコンバータの中で一番大きな電流値に合わせるように制御され、電流の小さなコンバータの電流は増加し、それにより電流の大きなコンバータの電流は減少して各コンバータの電流はバランスする。このため、並列運転しているコンバータの数を1~2台多くしておけば、あるコンバータが故障して出力電流が零になってしまっても残りのコンバータでは故障したコンバータに影響されずに各々電流を分担できる。従って各コンバータの故障検出や切り替えスイッチも必要なく、安定した電流バランス制御を行うことができる。

【0013】また、もう一つの手段によれば、電源システムを構成する複数の要素をそれぞれの入出力部において共通のCOMMONバスで接続することにより、各要素の故障が発生しても、要素の数と負荷容量との間にある関係（許容故障数をhとすると要素数kを $(2+2h) \leq k \leq (8+2h)$ とする）を持たせることによりシステムの電源設備容量を最小にして信頼性の高い冗長運転が達成できる。

【0014】また第2の目的を達成する上記手段によれば、複数の磁気ディスク装置とこれに直流電力を供給する複数のコンバータを階層化した複数のCOMMONバスにより接続することにより、冗長性と信頼性が向上するほかに装置全体としてコンパクト化が図れる。

【0015】さらに第3の目的を達成する上記手段によれば、複数の交流電源を要する場合でも1個の力率改善回路で電源システム力率が改善できるので装置の小形化が図れる。

10 【0016】

【実施例】以下、本発明を図1~図3により説明する。図1は本発明の一実施例を示す電源システムのブロック図である。ADCONは交流源ACSからの交流を直流に変換するAC/DCコンバータ（整流回路）である。

15 CON1~4はADCONからの直流出力を受けを安定な直流電力を出力するDC/DCコンバータで並列に4個設けられている。DC/DCコンバータCON1~4の直流出力は正負各々共通のCOMMONバスBU3、BUGを介して負荷LOに与えるように構成されている。

20 【0017】ここで、DC/DCコンバータCON1~4は、フォワード形のコンバータで構成されている。それはADCONの直流出力側に直列接続されるトランスTRの1次側とスイッチング素子MOと、トランスの2次側に接続されるダイオードD1、D2とコイルLからなる整流回路及びコンデンサCからなる平滑回路と、逆

25 電流防止用のダイオードDP1から主回路が構成される。CCは出力電圧Vslを検出してこれが安定的に所定値になるようにスイッチング素子MOを出力信号Gslにより制御する制御回路である。なお、この制御回路CC

30 には、電流検出器Csによって出力電流を検出した信号と、並列接続された各コンバータの中の最大電流を検出してその値に各コンバータの電流が追従するように制御するための制御線CLが入力されている。

【0018】次に、制御回路CCの詳細を図2より説明する。図2は、図1における制御回路CC1の具体的な構成を示したもので、コンバータの出力電流の検出値CslがOPアンプOP1、OP2の一方に入力され、OPアンプOP1、OP2の他の入力には制御線CLが接続されている。OPアンプOP1の出力はダイオードD3

35 を通して制御線CLに接続されている。OPアンプOP2の出力は基準電圧Rfとコンバータ出力電圧Vslと突き合わされ、その差はPWM回路に入力される。そしてPWM回路から出力される出力信号Gslにより図1の半導体スイッチMOを動作させる。

45 【0019】いま、並列運転されるDC/DCコンバータの各制御回路CC1~CCkは図示のように接続されているので、制御線CLには複数のコンバータのなかで最も高い電流値が示されることになる。従って、各コンバータは最も高い電流値を出力するように制御されると同時に各コンバータは各々電圧制御があるので、最大電

50

流が流れていたコンバータの電流が低下し、その結果、各コンバータの電流はバランスして流れるように落ちつき、コンバータの並列運転における電流バランスが向上する。

【0020】また、複数の負荷と複数のコンバータをコモンバスで共通に接続して冗長性を持たせたシステムでは、あるコンバータが故障しても、そのまま残りのコンバータで運転を続行出来るようにする必要があるが、この点においても本発明の場合は故障コンバータを放置したままでも電流制御の基準値が低下することなく、残りのコンバータで負荷を分担できる。

【0021】例えば、図1の構成で定格出力電流容量5AのDC/DCコンバータが4台で並列運転して負荷に電流を15A(コンバータ1台の分担電流は3.75A)を供給しており、ここで、1台のコンバータが故障したとする。ところが、各コンバータを構成する回路自体には特性上のバラツキが少なからず有しており、実際の出力電圧値は必ずしも同一とはなっていない。このため1台のコンバータが故障した際には、出力電圧値の最も大きいコンバータに電流の負担(7.5A)が過渡的にかかることになる。

【0022】しかし、本発明では、他のコンバータにも上記最大電流値が流れるように差分(=7.5-3.75)に応じて出力電圧が大きくなるように制御されるので、定常状態ではコンバータ1台の分担電流は5Aに制御することができる。

【0023】次に、本発明の特徴と従来方式との差異をより明確にするため図3を用いて説明する。最も簡単な従来方式(図3(c))は複数の電源をただ並列運転し、特別制御しない方式で、オーバフロー方式と読んでいる。この方式は各コンバータのインピーダンスにしたがった分担電流となるため、電流バランスも悪く電圧変動も大きい。しかし、その反面、電源容量に余裕があればコンバータに故障が発生してもそのまま放置しておいてもさしつかえない。

【0024】また、従来方式(図3(b))の平均電流方式は全コンバータの平均電流を基準値として自コンバータの電流を合わせる様に制御する方法である。しかし、この方式は並列運転しているコンバータが故障するとそのコンバータの電流が零となるので、平均値である基準値が下がることになる。そしてこの電流に合わせて各コンバータを制御すると合成電流は下がり要求する負荷電流に対応できなくなる。従って、この方式はコンバータが故障した場合には残りのコンバータが容量的に余裕があっても正常な動作が出来なくなる。この解決法として故障検出回路によりコンバータの故障を検出し、スイッチ等により故障コンバータを回路より切り離すことが必要になる。

【0025】本発明では、図1、図2において説明したように、各コンバータの最大電流が電流制御の基準値と

するので、コンバータが故障した場合でも電流制御の基準値が低下することなく、残りのコンバータで負荷を分担できる。

【0026】また、コンバータが故障しても特別な回路等を必要とせず、故障のコンバータを放置していても残りのコンバータが容量的に余裕があれば正常な運転を続けることができるという冗長性にも優れている。

【0027】なお、図1の実施例では交流源AcSからの交流を直流に変換するAC/DCコンバータにADconが1台で複数のDC/DCコンバータに直流電力を供給しているが、各DC/DCコンバータの前段にAC/DCコンバータをそれぞれ設けても良い。

【0028】図4は本発明の他の実施例を示した電源システムのブロック構成である。ここで図1と異なるところは、図1におけるAC/DCコンバータADconを複数の整流回路Re1~Re3に分けて構成し、さらに整流回路Re1~Re3の各入力及び各出力端子はパワー配線用の共通バスであるコモンバスBu1及びBu2で接続しているところに有る。

【0029】なお、コモンバスBu1には交流源AcSが接続され、また、コモンバスBu2には複数のDC/DCコンバータCon1~Conkの入力が接続され、コモンバスBu3にはコンバータCon1~Conkの出力と複数の負荷Lo1~Lomが接続されている。

【0030】このように、電源システムを構成する整流回路においてもコモンバスを用いて複数の分割することにより冗長性をさらに向上させることができる。

【0031】また、図4の電源システムの構成において、コモンバスBu3に接続される各負荷の容量をWf、数をmとし、コンバータの容量をWp、数をkとすると全コンバータで全負荷を持つためには $Wp \times k = Wf \times m$ が成立するように選ばば良い。ここで、コンバータが1個故障してもシステムが動作を続けられる許容故障数hが1の場合には、 $Wp \times (k-1) \geq Wf \times m$ が成立するように選ぶことにより達成できる。また、許容故障数2の場合は $Wp \times (k-2) \geq Wf \times m$ が成立するように選ぶことにより達成できる。

【0032】また、コモンバスBu2に接続される整流回路の容量をWrとし、数をaとすると整流回路とコンバータの関係も同じように許容故障数1の為に $Wr \times (a-1) \geq Wp \times k$ が成立するように選ぶことにより達成できる。同様に負荷とコンバータと整流部の3者の関係にはコンバータと整流部の許容故障数を1とすれば $Wr \times (a-1) \geq Wp \times (k-1) \geq Wf \times m$ が成立するように選ぶことにより達成できる。

【0033】図5は、許容故障数h=1の場合のコンバータの並列個数kと全負荷(Wf×m)に対する全コンバータの設備容量(Wp×k)の容量比Pの関係を示す。並列数が2の場合が容量Pが全負荷の2倍となり、並列数kが大きくなると容量比Pが少なくて済む。ま

た、コンバータの設備費用 $H$ は設備容量 $P$ に比例すると同時にコンバータ個数に比例して大きくなるので、図示のようなカーブが得られる。この図より最も経済的な並列個数 $k$ は4～10個である。同様に許容故障数 $h=2$ の場合のコンバータの並列個数 $k$ と全負荷( $W_f \times m$ )に対する全コンバータの設備容量( $W_p \times k$ )の容量比 $P$ の関係は図6のようになり、最も経済的な並列個数 $k$ は6～12個である。これより許容故障数を $h$ とすれば、 $(2+2h) \leq k \leq (8+2h)$ の範囲に入る。このように並列数を選べば費用と少ない設備容量で信頼性の高い冗長系を組むことができる。

【0034】図7は本発明の他の実施例で電源システムを磁気ディスク装置に組み込んだ構成図を示す。同図はコモンバス $Bu3$ と磁気ディスク、AC/DCコンバータの具体的な配置を示している。AC/DCコンバータで構成した電源ユニット $PS1 \sim PSk$ の出力は+側のコモンバス $BU3p1$ 、-側のコモンバス $BU3f1$ に直接接続出来るようにコモンバス側をソケット $PC11 \sim PC21$ とし、電源ユニット側をプラグ $PJ11 \sim PJ21$ にしている。+側のコモンバス $BU3p1$ は次のコモンバス $BU3p2$ を介してコモンバス $BU31p \sim BU3np$ に接続している。同様に-側のコモンバス $BU3f1$ は次のコモンバス $BU3f2$ を介してコモンバス $BU31f \sim BU3nf$ に接続している。

【0035】また、磁気ディスク $DU11 \sim DU1m$ はコモンバス $BU31p$ と $BU31f$ にソケット $DC11 \sim DC14$ とプラグ $DJ111 \sim DJ141$ によって接続しており、磁気ディスク $DUn1 \sim DUnm$ はコモンバス $BU3np$ と $BU3nf$ にソケット $DCn1 \sim DCn4$ とプラグ $DJn11 \sim DJn41$ によって接続している。磁気ディスクのソケット、プラグは2個ずつ配置しているので接続が確実に固定もしやすく、接触不良等を少なくできる。負荷側のコモンバスを $BU31p \sim BU3np$ の様に分割する事により負荷側でトラブルが生じた場合でも分割されたコモンバスのみがダウンし、他にコモンバスは生きてるように出来る。さらにコモンバスとソケット、プラグによる配置にすると電源ユニットや磁気ディスクは簡単に挿抜が可能となり、増設が簡単にできる。

【0036】図8は図7で示した磁気ディスクとコンバータの他に磁気ディスク用の制御回路を配置した例を示している。ここではコモンバスの負極側は省略してある。コンバータで構成した電源ユニット $PS1 \sim PSk$ の出力はコモンバス $BU1$ に直接接続出来るようにコモンバス側をソケット $PC1 \sim PCk$ とし、電源ユニット側をプラグ $PJ1 \sim PJk$ にしている。コモンバス $BU1$ は次のコモンバス $BU01 \sim BU04$ を介してコモンバス $BU11 \sim BU12$ と $BU21 \sim BU22$ に接続している。

【0037】また、磁気ディスク $DU11 \sim DU1m$ は

コモンバス $BU11$ と $BU12$ にソケット $DC11 \sim DC14$ …とプラグ $DJ111 \sim DJ141$ …によって接続しており、制御回路 $CU11 \sim CU1m$ はコモンバス $BU21$ と $BU22$ にソケット $CC21 \sim CC24$ …とプラグ $CP11 \sim CP41$ …によって接続している。磁気ディスク及び制御回路のソケット、プラグは2個ずつ配置しているので接続が確実に固定もしやすく、接触不良等を少なくできる。負荷側のコモンバスを $BU11$ 、 $BU12$ や $BU21$ 、 $BU22$ の様に分割する事により一つのコモンバスでトラブルが生じた場合でも、他にコモンバスは生きてるのでシステムダウンはしない。さらにコモンバスとソケット、プラグによる配置にすると電源ユニットや磁気ディスクは簡単に挿抜が可能となり、増設が簡単にできる。

【0038】図9は複数のコンバータと負荷である複数の磁気ディスクとのコモンバスによる接続の一例を示す。この例ではコモンバスを複数配置し多重化すると共に磁気ディスクを分割してそれに接続するコモンバスを階層化した例である。まず、負荷である磁気ディスクを複数のグループ $DU11 \sim DU1m$ 、… $DUi1 \sim DUim$ 、… $DUn1 \sim DUnm$ に分割し、そのグループ毎に設けて図示のように配置された複数のコモンバス $BU11 \sim BU1g$ 、… $BUi1 \sim BUig$ … $BUn1 \sim BUn g$ に接続する。磁気ディスク $DU11 \sim DU1m$ はダイオード $D111 \sim D1m1$ を介してコモンバス $BU11$ と、ダイオード $D112 \sim D1m2$ を介して第1のコモンバス $BU12$ に接続し、さらに負極側はコモンバス $Bu1g$ に接続して電力の供給を受ける。他のグループの磁気ディスク $DUi1 \sim DUim$ 、… $DUn1 \sim DUnm$ も同様に第1のコモンバス $BUi1 \sim BUi g$ … $BUn1 \sim BUn g$ に接続する。これら正極側のコモンバスにはヒューズ $F11 \sim F12$ 、… $Fi1 \sim Fi2$ 、… $Fn1 \sim Fn2$ とスイッチ $SW11 \sim SW12$ 、… $SWi1 \sim SWi2$ 、… $SWn1 \sim SWn2$ を介して第2のコモンバス $BU2$ 、 $BU4$ に接続している。負極側の第1のコモンバス $BU1g$ 、… $BUi g$ … $BUn g$ は各コンバータ $PS1 \sim PS2 \sim \dots \sim PSk$ の負極側と共に直接第2のコモンバス $BU5$ に接続している。また、第2のコモンバス $BU2$ 、 $BU4$ は $SW1$ 、 $SW2$ とヒューズ $F1$ 、 $F2$ を介してコモンバス $BU1$ 、 $BU3$ に接続している。コモンバス $BU1$ 、 $BU3$ には各コンバータ $PS1 \sim PS2 \sim \dots \sim PSk$ がヒューズ $F011 \sim F012 \sim \dots \sim F0k1$ 及び $F012 \sim F022 \sim \dots \sim F0k2$ を介してそれぞれ接続している。なおコンバータの出力にはそれぞれダイオード $DP1 \sim DPi \sim \dots \sim DPk$ を接続して逆電流を防止している。さらに、第1の各コモンバスの正極と負極間にはコンデンサ $C011$ 、 $C012 \sim C0i1$ 、 $C0i2 \sim C0n1$ 、 $C0n2$ が接続しており、同様に第2の各コモンバスにもコンデンサ $C01$ 、 $C02$ が接続している。

【0039】このように、コモンバスを多重に構成しているので、例えば第1のコモンバスBU11で短絡事故が生じた場合はヒューズF11が切れるのでこのバスはダウンするが、磁気ディスクDU11～DU1mのグループには第1の他のコモンバスBU12で電力を供給するので磁気ディスクシステムは停止せず、高い信頼性を確保できる。またコモンバスを階層化しているので、第1のコモンバスBU11の短絡事故を修理する場合はスイッチSW11を開いて修理し、修理が完了したらヒューズF11を交換してスイッチSW11を投入すればよく、保守が簡単に出来る。第1のコモンバスBU11を修理中でも他の磁気ディスクグループには2重系のコモンバスから電流が供給されており、1系統が故障してもシステムがダウンする事がない。他の第1のコモンバスも同じように構成されているので高い信頼性を持っている。また、第2のコモンバスも2重系を構成しているので一つのコモンバスが故障してもシステムダウンする事はない。各コモンバスに挿入されたコンデンサは電圧の安定と共にコモンバスの短絡時にヒューズ溶断を容易にし、他のコモンバスへの影響を少なくする。あるいは、負荷である磁気ディスクを活線のまま挿入したり、抜き取ったりしたときの電圧が変動するのを防止する効果がある。

【0040】磁気ディスクは計算機のメモリに使用するので、扱うデータの長さは8ビットの倍数で構成されているため、一組のコモンバスに接続する磁気ディスクのグループを8の倍数で構成するほうが都合がよい。また、磁気ディスクに記録するデータの並びはやはり8ビットの倍数で構成するので、第iのコモンバスの数を8の倍数として構成し、記録データの並びを異なるコモンバス方向にする事により、例えば磁気ディスクDU11…DUi1…DUn1をデータの並びとして一つのグループのコモンバスBU11とBU12が完全にダウンしてもパリチと7ビットのデータからダウンした1ビットのデータを再現できる。さらに、磁気ディスクを増設する場合はデータの並びである1…i…nをせつとして1…mの方向に増設するようにし、その増設に従ってコンバータPSの数を増設するようにする事によってシステムとして信頼性の高い効率の良い構成が出来る。

【0041】図10はコモンバスを複数設けた実施例である。図4のコモンバスBu1、Bu2、Bu3を各々2個使用してコモンバスを多重化した例である。ここではコモンバスのグランド側を省略しているが、コモンバスを多重化する事で、一つのコモンバスが断線等の事故を起こしてもシステムを停止しなくてすみ、信頼性の向上が可能になる。コモンバスBu11は交流源AcS1と各整流部Re1～Re3の入力が接続され、コモンバスBu12は交流源AcS2と各整流部Re1～Re3の入力が接続される。このような構成では一つの交流源が故障してもシステムがダウンする事がない。また、コ

モンバスBu21とBu22には複数の整流部の出力と複数のコンバータCon1～Conkの入力が接続される。コモンバスBu31とBu32にはコンバータCon1～Conkの出力と複数の負荷Lo1～Lomが接続されている。このような構成であり、コモンバスBu31、Bu32に於いて各負荷の容量をWL、数をmとし、コンバータの容量をWc、数をkとすると1個コンバータが故障してもシステムが動作を続けられる許容故障数hが1の場合には $Wc \times (k - 1) \geq WL \times m$ が成立するように各負荷とコンバータの数を選ぶか、許容故障数2の場合は $Wc \times (k - 2) \geq WL \times m$ が成立するように各負荷とコンバータの数を選ぶことにより、故障に対して信頼性の高いシステムが出来る。すなわち、整流部やコンバータの一つや二つが故障してもシステムダウンはしないと共に、これらのコモンバスの一つが断線等の故障を起こしてもシステムダウンに至らず信頼性の高いシステムを構築できる。

【0042】図11は本発明の他の実施例である電源システムの構成図を示す。本実施例ではこれまでに記載した電源システムに力率改善回路を備えている点で相違する。それはダイオードブリッジDBで構成された整流部Re1とRe2の出力はそれぞれインダクタンスLe1、Le2を介して一つの力率改善回路Pfに接続されている。このような構成にすることにより力率改善回路が一つで済み小形で安価に出来るという効果が得られる。

【0043】また、ここでは共通バスであるコモンバスを+側、一側両方を表示しており、+側のコモンバスBu1、Bu2、Bu3と一側のコモンバスBu1g、Bu2g、Bu3gを使用し、コモンバスBu1、Bu1gは交流源AcSと複数の整流部Re1～Re2の入力が接続される。コモンバスBu2、Bu2gには複数の整流部の出力が力率改善回路Pfを通して接続すると共に複数のDC/DCコンバータCon1～Con2の入力が接続される。コモンバスBu3、Bu3gにはコンバータCon1～Con2の出力が接続されており、これより複数の出力O1、O2を負荷に供給する。

【0044】ここで上記力率改善回路Pfの構成と動作を説明する。それはインダクタLe1を介して半導体スイッチMo3で整流部Re1の出力を短絡するように構成され、その後にダイオードD6を介してコンデンサC2が接続されている。ここで半導体スイッチMo3はコンデンサC2の端子電圧Vc2が一定に成るように制御回路CC2により制御される。これにより全波整流されたダイオードブリッジの出力電圧VdbとコンデンサC2の端子電圧Vc2の差電圧に比例してオン/オフの比

(Duty)が制御される事になり、ダイオードブリッジの出力電圧VdbよりコンデンサC2の端子電圧Vc2が低い間はオン/オフの比が大きくなり、インダクタンスLe1に蓄えられた大きなエネルギーにより、コンデン

サに電流を流すように働く。また、ダイオードブリッジの出力電圧 $V_{db}$ よりコンデンサ $C_2$ の端子電圧 $V_{c2}$ が高くなるとオン/オフの比が小さくなり、インダクタンス $L_{e1}$ に蓄えられるエネルギーは小さいので、コンデンサに充電する電流が大きく成りすぎるのを防ぐ。以上のような動作により、交流から流れる電流をパルス状になるのを防止し、交流側の力率を1に近づけることができる。

【0045】一方、同図におけるDC/DCコンバータ $Con_1$ には入力としてコモンバス $Bu_2$ を介してコンデンサ $C_2$ の電圧が与えられる。その構成はダブルフォワード型のコンバータであり、1次側は二つのMOSトランジスタ $MO_1$ 、 $MO_2$ とトランス $TR$ が直列接続され、各々のトランジスタ $MO_1$ 、 $MO_2$ とトランス $TR$ にたすき掛けするようにダイオード $D_4$ 、 $D_5$ が図示のように接続されてなる。2次側はダイオード $D_1$ 、 $D_2$ とインダクタンス $L$ とコンデンサ $C_1$ とで構成されている。ここで半導体スイッチ $Mo_1$ 、 $Mo_2$ は制御回路 $CC_1$ によりコンデンサ $C_1$ の電圧及び電流センサ $Cs_1$ によって検出された負荷電流をフィードバックしてオン/オフの比(Duty)が制御される。ダイオード $DP_1$ はコンバータ $Con_2$ と並列運転するための出力電力の逆流を防止するためのもので、制御ライン $CL$ はコンバータの並列運転するための制御信号で、電流制御の基準信号を示している。

【0046】図12は本発明の他の実施例の電源システムの構成図である。図11と異なるところは、二つの交流入力の一つの力率改善回路で処理するにある。交流源 $AcS_1$ と $AcS_2$ の各出力は整流部 $Re_1$ と $Re_2$ とインダクタンス $L_{e1}$ と $L_{e2}$ を通してMOSトランジスタ $Mo_3$ がオン時において短絡するように接続されている。また、MOSトランジスタ $Mo_3$ がオフ時においてインダクタンス $L_{e1}$ と $L_{e2}$ に蓄えられたエネルギーがダイオード $D_6$ を介してコンデンサ $C_1$ に充電されるように接続されている。

【0047】力率改善動作は前述と同様に、制御回路 $CC$ によってコンデンサ $C_1$ の電圧を一定になるようにMOSトランジスタ $Mo_3$ のオンとオフの比であるDutyを制御する。コンデンサの電圧が高くなろうとするとDutyを小さくしてコンデンサに流入する電流の増加を押さえる。このようにすると整流部の電圧の高い場合は電流が押さえられ低いときは電流を流すように動作するので、交流源から流れ込むパルスの電流を押さえて電圧と同じ正弦波に近くなり、高調波成分の少ない高い力率が得られる。また、この作用はインダクタンス $L_{e1}$ と $L_{e2}$ の両方に対して同じように動作するので各々の交流源に対して入力電流を正弦波に近づけることが出来る。また、このように力率改善回路が一つで済むことで小形化出来る。図13は本発明の他の実施例の電源システムの構成図である。図12と異なるところは、力率改善用の

素子を省略してダブルフォワード型のコンバータ用の二つのスイッチング素子を利用して力率改善をも達成させるようにしたものである。DC/DCコンバータ $Con$ は図示のようにダブルフォワード型のコンバータであ

り、二つのMOSトランジスタ $Mo_1$ 、 $Mo_2$ とトランス $TR$ を直列接続し、各々のトランジスタ $Mo_1$ 、 $Mo_2$ とトランス $TR$ にたすき掛けするようにダイオード $D_4$ 、 $D_5$ を図示のように接続する。交流源 $AcS_1$ と $AcS_2$ の出力を整流部 $Re_1$ と $Re_2$ 及びインダクタンス $L_{e1}$ と $L_{e2}$ を通してスイッチング素子 $Mo_1$ で短絡するように接続する。また、スイッチング素子を制御する制御回路 $CC$ は図示していないがコンバータの出力電圧を制御すると共にコンデンサ $C_1$ の電圧が一定になるように制御する。このような構成ではスイッチング素子 $Mo_1$ とダイオード $D_4$ はコンバータの動作と力率改善用の動作を兼ね備えるように動作する。この回路ではスイッチング素子 $Mo_1$ と $Mo_2$ をある条件で制御するとコンバータ動作と力率改善を同時に達成できる。その条件とはスイッチング素子 $Mo_1$ と $Mo_2$ でコンバータの制御を行い、スイッチング素子 $Mo_1$ で力率改善動作を行う。力率改善動作はスイッチング素子 $Mo_1$ がスイッチング素子 $Mo_2$ よりオンの期間を長くする事で行う。その動作はオン期間の差でインダクタンス $L_{e1}$ 、 $L_{e2}$ を短絡してエネルギーを蓄えスイッチング素子 $Mo_1$ のオフ時にそのエネルギーをダイオード $D_4$ を介してコンデンサ $C_1$ に蓄える。このため制御回路 $CC$ はコンデンサ $C_1$ の電圧を一定にするようにスイッチング素子 $Mo_1$ と $Mo_2$ のオンの差を制御する。コンデンサ $C_1$ の電圧が高くなろうとすると上記オンの差を小さくしてコンデンサ $C_1$ に流入する電流の増加を押さえる。このようにすると整流部の電圧の高い場合は電流が押さえられ低いときは電流を流すように動作するので、交流源から流れ込むパルスの電流を押さえて電圧と同じ正弦波に近くなり、高調波成分の少ない高い力率が得られる。また、この作用はインダクタンス $L_{e1}$ と $L_{e2}$ の両方に対して同じように動作するので各々の交流源に対して入力電流を正弦波に近づけることが出来る。

【0048】図14は本発明の電源システムを電気自動車を駆動するモータの電源に適用した例を示す。電気自動車ではバッテリーから電力をインバータに供給し、インバータでDC/AC変換して交流出力を得てその出力でモータを駆動する。この例では装置の信頼性を向上するため、複数のバッテリー $Bt_1$ 及び $Bt_2$ と複数のインバータ $In_1 \sim In_k$ との間を共通のコモンバスで接続する事により、片方のバッテリーがダウンしても他のバッテリーから電力が供給されるのでシステムがダウンしない。また、複数のインバータ $In_1 \sim In_k$ と複数のモータ $Mt_1$ 、 $Mt_2$ との間を共通のコモンバス $Bu_3_1$ 、 $Bu_3_2$ で接続する。このような構成のコモンバス $Bu_3_1$ 、 $Bu_3_2$ に於いて各負荷モータの容量をW



m, 数をmとし、インバータの容量を $W_p$ , 数をkとすると全インバータで全負荷を持つためには $W_p \times k = W_m \times m$ が成立するように選べば良い。しかし、1個インバータが故障してもシステムが動作を続けられる許容故障数hが1の場合には $W_p \times (k-1) \geq W_f \times m$ が成立するように選ぶことにより達成できる。さらに許容故障数2の場合は $W_p \times (k-2) \geq W_f \times m$ が成立するように選ぶことにより達成できる。また、コモンバスBu2に於いてバッテリーの容量を $W_b$ とし、数をaとするとバッテリーとインバータの関係も同じように許容故障数1の為には $W_b \times (a-1) \geq W_p \times k$ が成立するように選ぶことにより達成できる。このようにすれば1個のインバータがダウンしてもモータには他のインバータから電力が供給されるのでシステムはダウンせず正常に動作するため信頼性の高いシステムを得ることができる。ここではコモンバスのグラウンド側を省略しているが、コモンバスをBu31, Bu32の様に多重化する事で、一つのコモンバスが断線等の事故を起こしてもシステムを停止しなくてすみ、信頼性の向上が可能になる。

【0049】図15は本発明の電源システムを計算機に適用した例を示す。交流源AcS1とAcS2の出力を整流部Re1とRe2を通して直流電圧をコモンバスBu21に供給している。コモンバスBu21からコンバータCon1~Conkに接続している。コンバータCon1~Conk出力を共通のコモンバスBu31~Bu32を介して負荷Lc1~Lcnに接続している。コンバータCon1~Conkは制御線CLによって結ばれており、最大電流制御が行われる。このように構成すれば交流電源から負荷まで最小の構成で多重化されており、簡単な構成で信頼性の高い電源システムを供給できる。

【0050】図16は図15の電源システムの信頼性をより向上させるものである。その構成は、直流電圧のコモンバスBu21にバッテリーBt1を接続していることにある。このように構成により交流電源がダウンしてもバッテリーにより運転できることから信頼性の高い電源システムが提供できる。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、複数のコンバータの各電流を検出し、それらのなかで最大の電流に各コンバータの電流を合わせるようにした最大電流制御方式により、並列コンバータの中に故障して出力電流が零になったコンバータが含まれていても、そのまま残りのコンバータで負荷を分担できるようにした。また、複数のコン

バータと複数の負荷との間に共通のコモンバスを配置し、さらにコンバータと負荷との間にある関係を持たせることにより信頼性の高い冗長運転を達成できる。

【0052】また、冗長性を持たせた複数の交流入力をもつ1個の力率改善用回路で制御するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す電源システムの構成図である。

【図2】図1の電源システムにおける制御回路の詳細図である。

【図3】本発明と従来技術の特徴を比較した図である。

【図4】本発明の他の実施例を示す電源システムの構成図である。

【図5】コンバータの並列個数と容量比の関係図の一例である。

【図6】コンバータの並列個数と容量比の関係図の他の例である。

【図7】本発明の他の実施例で電源システムを磁気ディスク装置に組み込んだ構成図である。

【図8】図7で示した磁気ディスクとコンバータの他に磁気ディスク用の制御回路を配置した例である。

【図9】本発明の複数のコンバータと複数の磁気ディスクとのコモンバスによる接続例である。

【図10】本発明の他の実施例を示す電源システムの構成図である。

【図11】本発明の他の実施例を示す力率改善回路を含めた電源システムの構成図である。

【図12】本発明の他の実施例を示す力率改善回路を含めた電源システムの構成図である。

【図13】本発明の他の実施例を示す力率改善回路を含めた電源システムの構成図である。

【図14】本発明の電源システムを電気自動車に適用した実施例である。

【図15】本発明の電源システムを計算機に適用した実施例である。

【図16】本発明の電源システムを計算機に適用した実施例である。

【符号の説明】

AcS…交流電源、ADcon…AC/DCコンバータ、Con1~4DC/DCコンバータ、Bu3, Bu3g…コモンバス、Lo…負荷、Mo…MOSトランジスタ、TR…トランス、D1, D2, Dp1…ダイオード、L…コイル、C…コンデンサ、Cs1…電流検出器、CC…制御回路、CL…制御線。

【図1】

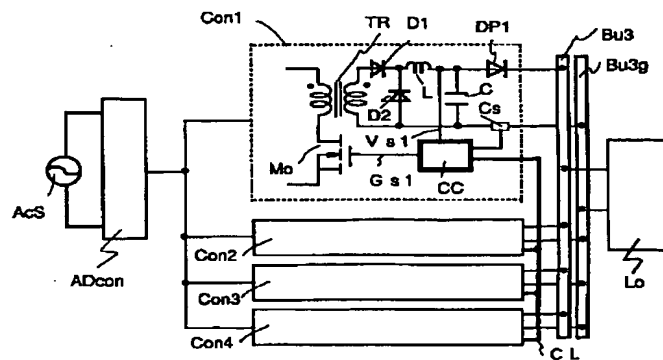


図 1

【図3】

図 3

	(a) 本 発 明	(b) 従 来	(c) 従 来
方法	最大電流	平均電流	オーバーフロー
構成図			
特徴	各コンパレータの電流を最大値に合わせる。	各コンパレータの電流を平均値に合わせる。	電流の電流制御を行わない。
電流 n' 分	○	○	×
故障検出	不要	要	不要
電圧変動	○	△	×
故障放置	○	× (SWで遮断要)	○

【図2】

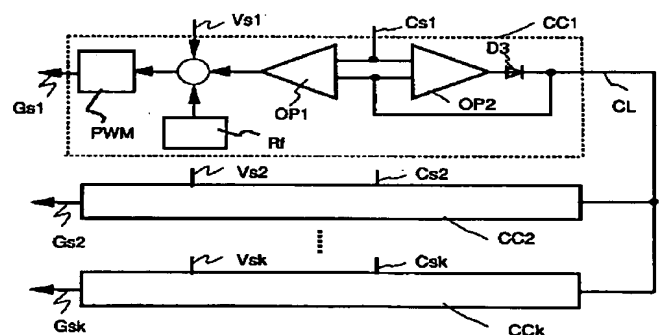


図 2

【図4】

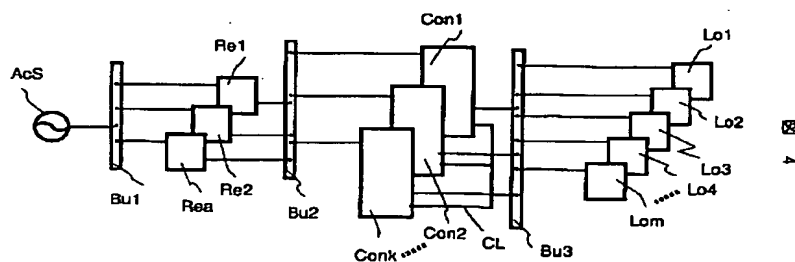
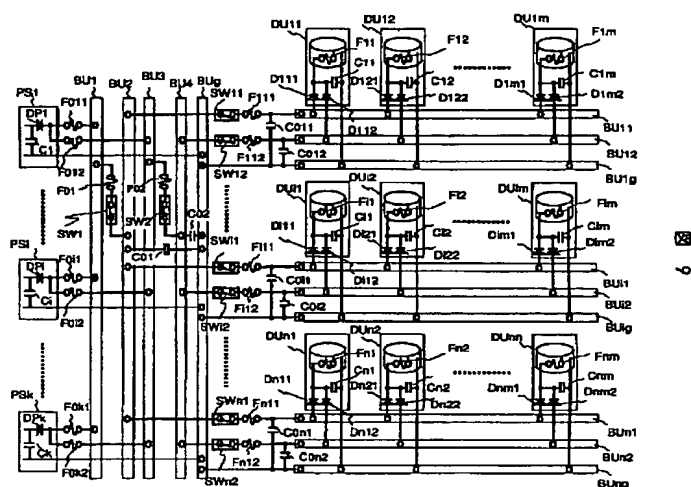


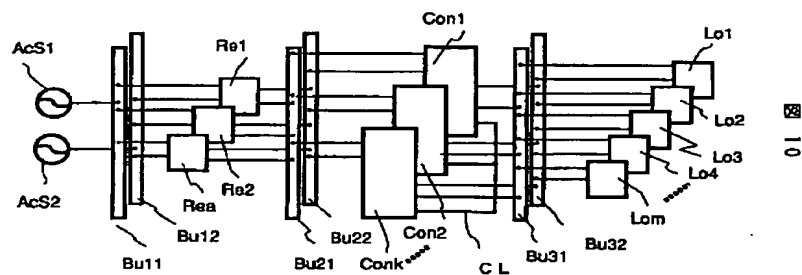
図 4



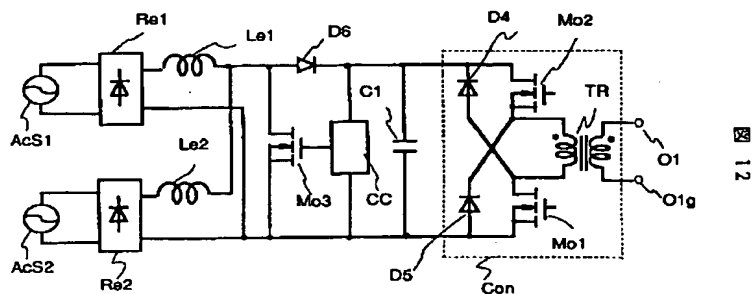
【図9】



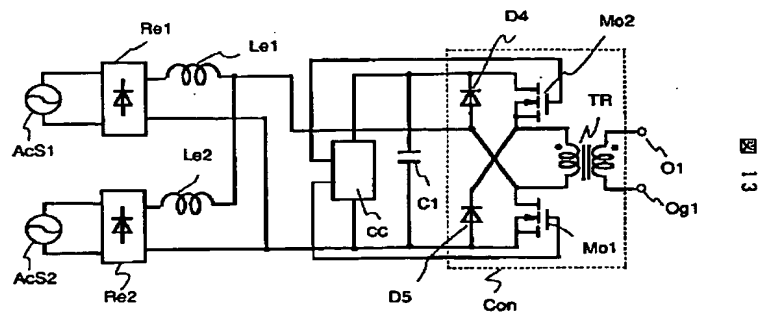
【図10】



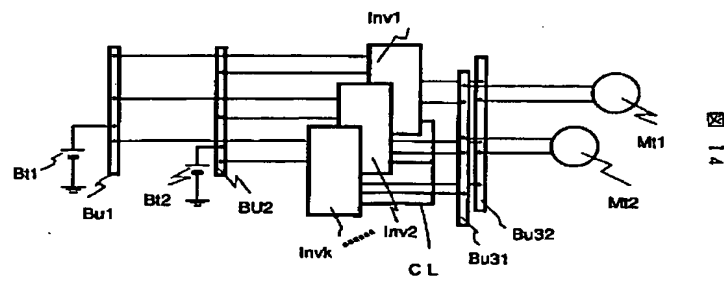
【図12】



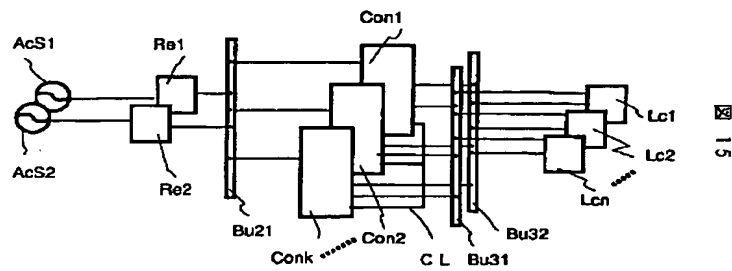
【図13】



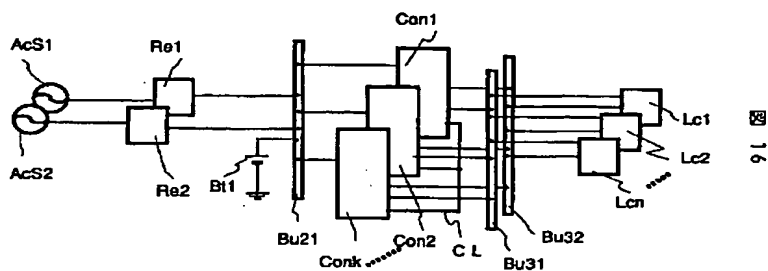
【図14】



【図15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 正好  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株 25  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 堀江 秀明  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 林 克典  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内